Lane Medical Library

Aus der Klinik für Zahn-, Mund- und Kieferkrankheiten
(Vorstand: Professor Dr. Dr. P. P. Kranz) Chirurgische Abteilung.

STANFORD UNIVERSITY
NOV
17
1938
LIBRARY

Über die Bruchsicherheit der Injektionskanülen auf Grund Material-technischer Prüfungen

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
verfaßt und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München vorgelegt

von

Georg Eberl

Buchdruckerei A. Wandl, München-Allach

Meiner lieben Mutter gewidmet.

Wenn heute von vielen der Lokalanästhesie das Wort gesprochen wird und wenn man sie selbst bei größeren chirurgischen Eingriffen in manchen Kliniken der Vollnarkose vorzieht, so verdankt sie dies ihrer sicheren Handhabung, den Errungenschaften der Chemie und Pharmakologie und den technischen Fortschritten, die die Voraussetzungen zur Herstellung eines hochwertigen Spritzen- und Kanülen-Materials schufen. Trotzdem wäre es — sogar für den erfahrenen Praktiker — eine Vermessenheit, wollte er auf diese drei Faktoren bauen und all den Gefahrenmomenten und Kontraindikationen nicht genügende Würdigung und Aufmerksamkeit entgegenbringen. Reisky stellte alles was als Kontraindikation und Gefahrenmoment gegen die Anwendung der Lokalanästhesie sprechen könnte, in 13 Punkten wie folgt zusammen:

1. Kontraindikation bei phlegmonösen Prozessen, Ostitiden, schwerer Hysterie, Kieferklemme. Vorsicht bei sehr nervösen und herzkranken Personen.
2. Infektion durch ungenügende Asepsis
   a) der Hände,
   b) des Instrumentariums (Spritze, Kanüle, Ampulle),
   c) der Lösung,
   d) der Mundhöhle.
3. Infektion infolge Nichtbeachtung von Entzündungsprozessen.
4. Schädigung durch stumpfe oder an der Spitze verbogene Kanülen.
5. Schädigung durch Bruch der Kanüle.
6. Schädigung durch mangelhaftes Spritzenmaterial.
7. Schädigung durch ungenügende Technik und Fehler des Arztes.
8. Idiosynkrasie.
9. Schädigung durch Gefäßverletzungen
   a) durch zu große Konzentration,
   b) durch falsche Dosierung,
   c) durch bakterielle oder chemische Zersetzungen,
   d) durch Verwechslungen.
10. Hautausschläge.
11. Üble Zufälle.
12. Nachschmerzen.
13. Nachblutungen.

Betrachtet man diese Zusammenstellung Reisky's genauer, so muß man doch zugeben, daß sie etwas zu weit gefaßt ist. Die angeführten

Kontraindikationen sind zweifellos genauestens zu beachten. Sie schränken auch die Anwendungsmöglichkeit der Lokalanästhesie weitgehend ein. Dagegen können wir das unter Punkt 2, 6 und 7 Erwähnte nicht als gegen die Methode sprechend ansehen, denn Reinlichkeit des Arztes, des Operationsfeldes und des Instrumentariums, sowie Beherrschung der Technik, gehören zu den Grundforderungen der Medizin, ohne die jede chirurgische Maßnahme von vorneherein zu mißglücken verurteilt ist. Das gleiche gilt von der Injektionslösung zu sagen; auch hier lassen sich die weitaus meisten Gefahrenmomente ausschalten. Eine nicht mehr einwandfreie Injektionslösung dürfte heute in der Praxis kaum mehr Verwendung finden, wenn man sich an das in der Literatur so oft Gesagte hält und sich in der freien Praxis nur der immer wieder empfohlenen Ampullen bedient, die erst unmittelbar vor der Injektion gemischt werden oder wenn man sich seine Injektionslösungen selbst herstellt, was ohne jede Schwierigkeit durchführbar und dazu außerordentlich wirtschaftlich ist.

Wesentlich schwieriger abwendbare Gefahrenmomente liegen in Reisky's angeführten Punkten 4 und 5. Auch hier möchte ich noch einschränkend zu Punkt 4 erwähnen, daß eine umgebogene Nadelspitze mit freiem Auge oder durch Überstreichen über eine glatte Fläche rechtzeitig bemerkt werden kann, daß aber eine Gewebsverletzung unvermeidlich ist, wenn wir bei der Injektion auf einen Knochen stoßen, und sich die Nadelspitze dabei umbiegen sollte. Weit gefährlicher ist der Bruch einer Kanüle während einer Injektion und daß Kanülenbrüche nicht zu den Seltenheiten gehören, wird jeder wissen, der einmal einen Blick in die hier sehr umfangreiche Literatur geworfen hat. Für den Praktiker gestaltet sich auch die Prüfung der von ihm verwendeten Kanüle ganz erheblich schwieriger als die seiner Injektionslösung oder sonstigen Instrumentariums und sie kann auch nicht von ihm verlangt werden. Man suchte deshalb durch Literatur aufklärend zu wirken, indem man diese oder jene Kanülenart als besonders bruchfreudig bezeichnete. Professor W. Meyer, Breslau, warnt einmal dringendst vor Verwendung gewöhnlicher Stahlkanülen und begründet dies damit, daß es sich bei allen Fällen von Kanülenbrüchen, die er in die Klinik überwiesen bekam, um Hohlnadeln aus gewöhnlichem Stahl handelte. An anderer Stelle finden wir wieder diese oder jene Kanüle als besonders bruchsicher hervorgehoben, und wieder an anderer werden uns diese und jene Methoden empfohlen, die uns vor einem Hohlnadelbruch schützen sollen. Wenig dagegen wurde bis jetzt auf dem Gebiete kritischer Materialprüfung getan, die heute für die meisten Werkstoffe und der daraus hergestellten Werkstücke

als grundlegend angesehen wird. In vorliegendem soll nun der Versuch gemacht werden, Kanülen nach den Gesichtspunkten der Werkstückprüfung zu untersuchen. Vor allem sollen dabei auch vergleichende Werte unter den für die Herstellung von Kanülen gebräuchlichsten Materialien gewonnen werden, um zu ersehen, welcher Werkstoff sich zur Hohlnadelherstellung am besten eignet und den Anforderungen in der Praxis entspricht.

Geprüft wurden Kanülen gleicher Länge und Stärke, hergestellt aus den verschiedensten Materialien und von den verschiedensten Firmen. Die aus den Versuchen erhaltenen Ergebnisse wurden abstufend nach ihren Werten in Tabellen eingetragen und zum Schluß eine zusammenfassende Übersicht aufgestellt, in der wiederum die Kanüle an erster Stelle angeführt ist, die bei allen Versuchen die besten Werte zeigte. Für die Untersuchungen wurde die Hohlnadel 17/42 zur Fischerspritze gewählt. Diese verhältnismäßig lange und dünne Kanüle wurde deshalb ausgesucht, weil bei allen Leitungsanästhesien — und hier erleben wir ja vorzüglich den Kanülenbruch — lange Hohlnadeln verwendet werden sollten, um sich einerseits den Überblick über das Operationsfeld nicht durch die Spritze zu verdecken, wie dies bei sehr kurzen Kanülen, die fast bis zur Ansatzstelle eingeführt werden müßten, der Fall ist, und um andererseits bei einem Kanülenbruch immer noch die Möglichkeit zu haben, daß die Nadel außerhalb des Gewebes bricht. Über die Stärke der Kanüle ist noch zu sagen, daß der Einstich dünner Nadeln weniger empfunden wird, als der stärkerer und, daß außerdem die dünne Nadel viel weniger zum Bruch neigt, als die stärkere, die zwar augenblicklich einen größeren Widerstand entgegensetzt, dafür aber weniger gut federt.

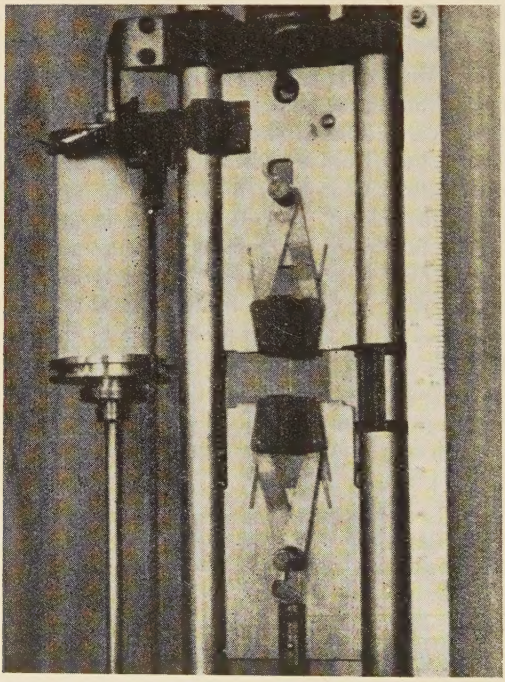
Die Herstellung der Hohlnadeln erfolgt, soweit uns die Fabriken Einblick darüber gewähren, aus nahtlosen Röhren, die dann auf die erforderliche Stärke gezogen werden. Die dazu gebräuchlichsten Materialien sind: Tiegelgußstahl, Chrom- und nickelhaltiger Stahl, V_2A Kruppstahl, Reinnickel, Nickelberyllium, Chromnickel und andere Nickelkompositionen. „Contracid", „Esco"-Metall — Platin — Osmium.

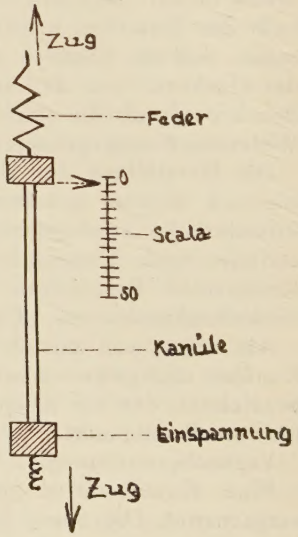
Als erstes soll mittels eines Zerreißversuches die Festigkeit der Kanülen nachgewiesen werden, wenn man als solche den Widerstand bezeichnet, den ein Körper der Trennung seiner Teile entgegensetzt bis zum Bruchpunkt.

Versuchsanordnung:

Eine Kanüle wird der Länge nach in eine Zerreißmaschine eingespannt. Die obere Einspannvorrichtung der Maschine hängt an einer Feder, die in diesem Falle bis zu 50 kg Gewicht geeicht ist. Die untere Einspannvorrichtung steht durch ein Schraubengewinde mit einem Elektromotor in Verbindung. Wird nun der Motor in Be-

wegung gesetzt, so wird die obere und untere Einspannvorrichtung, die durch die dazwischengeschaltete Kanüle miteinander in Verbindung gebracht sind, nach unten gezogen, wobei die Kanüle immer stärker auf Zug bis schließlich zum Zerreißen beansprucht wird. sz = Zerreißgrenze. Durch einen an der oberen Einspannvorrichtung angebrachten Zeiger und einer Skala ist der jeweilige Zug, der auf die Nadel ausgeübt wird, ablesbar. Um die Kanüle durch das Einklemmen in die Maschine nicht zu zerdrücken und somit Falschwerte zu erhalten, wurde in dieselben ein genau passender Draht eingeführt. Eine Dehnung der Kanülen konnte bei diesem Versuch nicht festgestellt werden. Auch die Bruchformen waren nicht so deutlich und gleichmäßig, daß daraus irgendwelche Rückschlüsse auf das Material gemacht werden konnten. Die Zerreißgrenzen sind in folgender Tabelle in Mittel = Min. = und Maximal = Werten angegeben. Durch Angabe dieser drei Werte soll nicht nur die Verschiedenheit unter den einzelnen Kanülenarten gezeigt werden, sondern auch auf die bei einzelnen Kanülenfabrikaten hohen Streuwerte hingewiesen sein, die wahrscheinlich auf die Herstellung der Kanülen zurückzuführen sind, was eine Messung mit der Mikrometerschraube ergab.





Es zeigte sich hierbei, daß Hohlnadeln der gleichen Marke nicht überall die gleiche Stärke aufwiesen, was auf eine nachträgliche Politur der Nadeln zurückzuführen sein dürfte.

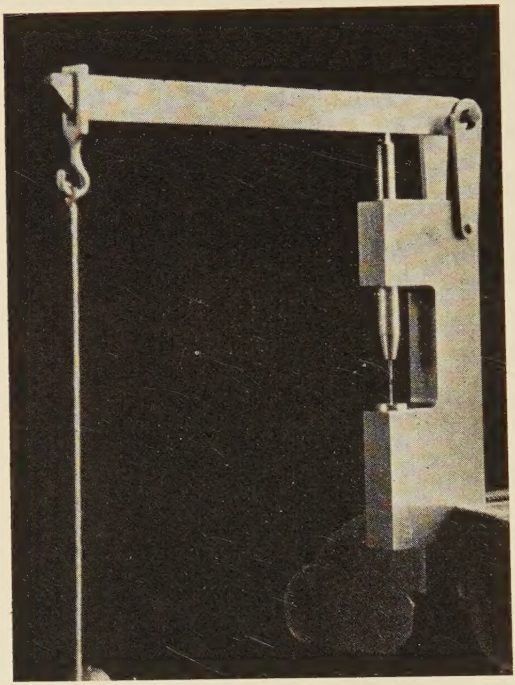
Tabelle 1 — Zerreißversuch

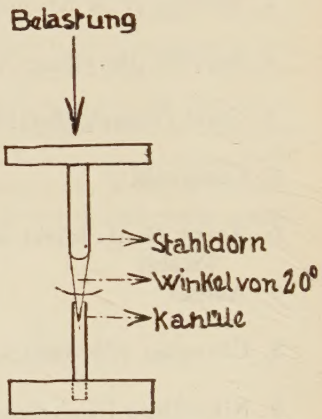
Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Mitt.-Werte in Kilogr.	Min.-	Max.-
1.	Berylco (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	23	22½	24
2.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	22	21½	22½
3.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Injekta AG. Berlin	22	22	22
4.	Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	21	20	22
5.	Contracid	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	20¹/₃	20	20½
6.	Asept. Dent.. Injekt. Kan. (Stahl)	Fritz Freienstein, Berlin	16¾	17½	18½
7.	Acidex	Scheuer & Co., Berlin	16¾	16½	17
8.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	15½	15	16½
9.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	14¾	12½	15
10.	Esco	Scheuer & Co., Berlin	13¾	12½	13½
11.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	12½	12	13
12.	Efefbe-Nova	Fritz Freienstein, Berlin	12	12	12
13.	Neue verbesserte Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	12	11	12
14.	Verbesserte Aseptische Stahlkanüle	Fritz Freienstein, Berlin	11	10	12½

Versuch 2.

In einem weiteren Versuch soll festgestellt werden, wie groß die Kraft sein muß, um eine Hohlnadel mit Hilfe eines Stahldorns zu dehnen oder zu sprengen.

Zu diesem Zwecke wurden Kanülen in gleichgroße Stücke geschnitten. Dieselben in eine gerade, ihrem Durchmesser entsprechende Öffnung gesteckt und in den Kanülenkanal ein unter 20 Grad ansteigender Stahldorn mit zunehmender Kraft eingepreßt, bis die Hohlnadel unter der Lupe eine Dehnung bzw. einen Spontanbruch zeigte.





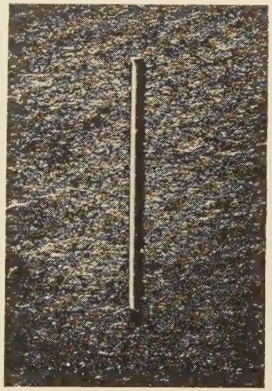
Den Widerstand, den die Kanülen dieser Ausweitprobe entgegensetzten ist:

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Belastg. in kg	siehe Bild
1.	Berylco (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	10.000	3
2.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Injekta AG., Berlin	8.950	1
3.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	8.780	2
4.	V_2A Nirosta (Kruppstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	7.050	8
5.	Contracid	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	6.860	3
6.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	5.512	5

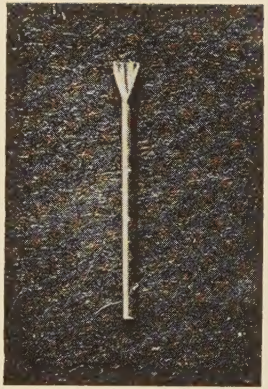
7. Neue verbesserte Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	5.480	7
8. Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	5.375	3
9. Asept. Dent. Injekt. Kan. (Stahl)	Fritz Freienstein, Berlin	3.830	5
10. Stahl (Tigelgußstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	3.470	5
11. Verb. Asept. Stahlkanüle	Fritz Freienstein, Berlin	3.312	5
12. Efebe-Nova	Fritz Freienstein, Berlin	3.227	6
13. Acidex	Scheuer & Co., Berlin	3.050	2
14. Esco	Scheuer & Co., Berlin	2.200	5

Neben den Festigkeitswerten ist bei diesem Versuch auch den Bruchformen Beachtung beizumessen, da sie Rückschlüsse auf die Zähigkeit bzw. Spröde des Materials zulassen. So zeigen uns Bild 1, 2, 3 wie Beryllium, Chromnickel, V_2A der eindringenden Kraft langsam nachgeben, sich dehnen und ganz allmählich an einer Stelle einreißen, während die Kanülen aus Niko-Dura-Esco-Contracid-Metall der eindringenden Kraft mit einem Spontanbruch antworten und in charakteristischer Form in drei Teilen ausrissen (Bild 4, 6, 7, 8). Besonders anschaulich wirkt das Bild (5), das uns den Bruch einer Stahlkanüle zeigt. Scharf gezackte Ränder, abgesplitterte Bruchstücke lassen deutlich die Sprödigkeit des Stahls erkennen. (Siehe Seite 10.)

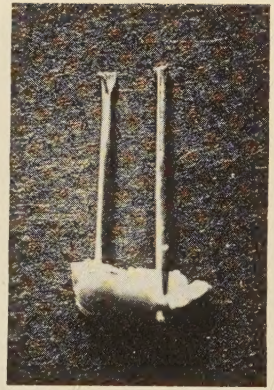
Um weitere Werte über die Festigkeit der Kanülen zu gewinnen, wird die Belastung festgestellt, Hohlnadeln in der Horinzontalen zu zerdrücken. Auch hier zeigten die oben erwähnten Metalle keinen Spontanbruch, sondern ließen sich plattdrücken, ohne zu brechen.



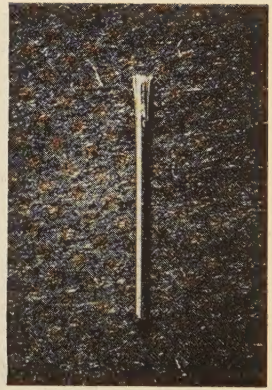
1



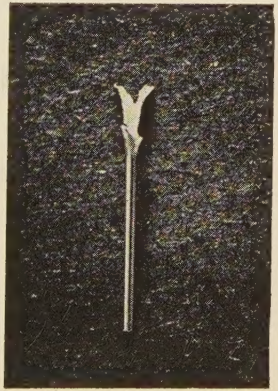
2



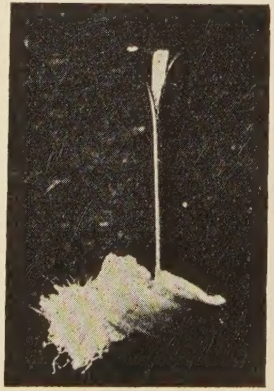
3



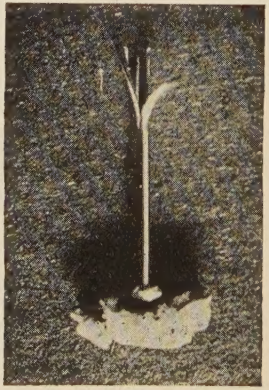
4



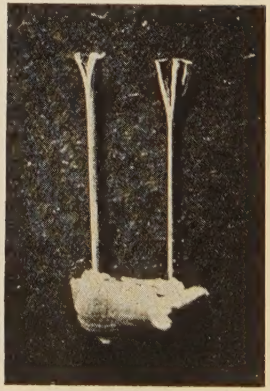
5



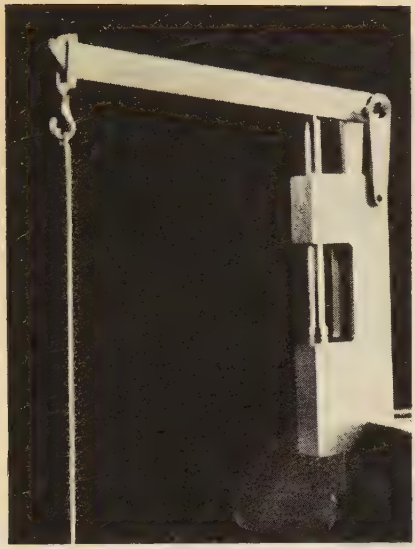
6

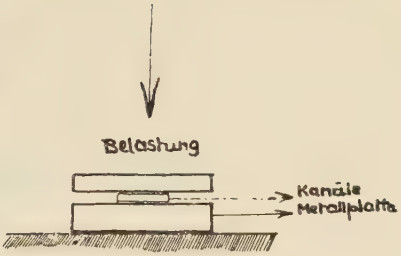


7



8



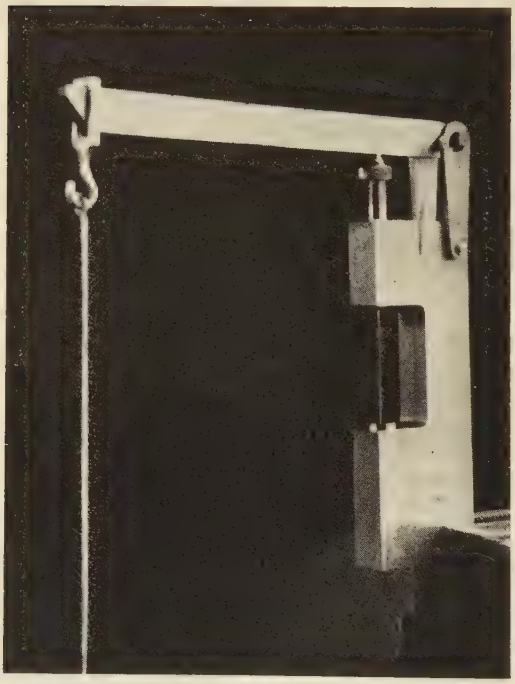


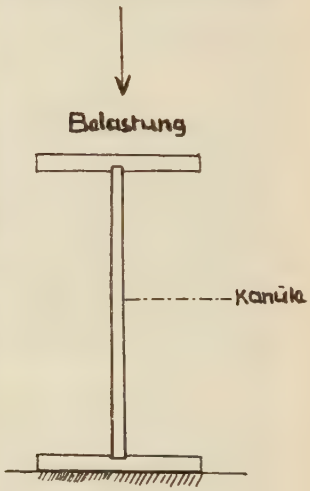
Die Kanülen wurden in Stückchen von 2 mm Länge zerschnitten und diese zwischen zwei plane Platten gelegt. Die zum Zerdrücken notwendigen Gewichte sind aus Tabelle 3 ersichtlich.

Tabelle 3 — Zerdrücken.

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Mittelwert in Kilo
1.	Berylico (Beryllium-Nick.)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	45
2.	Beryllit (Beryllium-Nick.)	Injekta AG., Berlin	42
3.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	38
4.	Contracid	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	32
5.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	27
6.	Acidex	Scheuer & Co., Berlin	27
7.	Verb. Asept. Stahlkanüle	Fritz Freienstein, Berlin	27
8.	Asept. Dent. Injekt. Kan.	Fritz Freienstein, Berlin	25
9.	Esco	Scheuer & Co., Berlin	23
10.	Neue verb. Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	22
11.	Efefbe-Nova	Fritz Freienstein, Berlin	22
12.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	19
13.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	16
14.	Stahl (Tiegelgußstahl	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	14

Wenn im vorangehenden die Kanüle in ihrer Waagerechten zerdrückt wurde, so sei nun die Kraft bestimmt, die notwendig ist, eine Hohlnadel in ihrer Längsrichtung zu knicken. Nachdem der Kanüle 17/42 Spitze und Konus abgefeilt ist, wird sie in ihrer ganzen Länge in zwei genau senkrecht übereinanderstehende und bis ins kleinste ihrer Stärke entsprechende, ½ mm tiefe Borlöcher gesteckt. Die untere, mit dem Bohrloch versehene Platte ist unbeweglich an dem Apparat angebracht, die obere ist senkrecht zu verschieben, zeigt dagegen keine seitliche Bewegungsmöglichkeit, denn diese würde die Versuchswerte stark verfälschen und zu außerordentlich großen Streuwerten führen. Durch langsam steigende Belastung wird die Kanüle bis zum Knicken gebogen. Für die Belastungen ergibt sich folgende Tabelle:



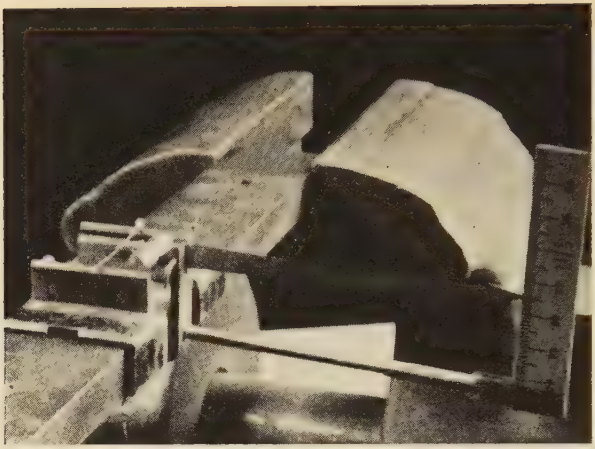


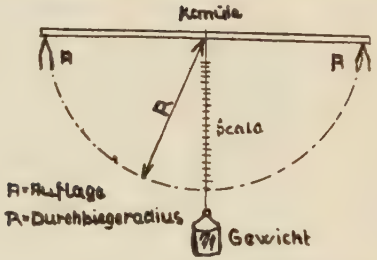
Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Belastung in gr
1.	Berylico (Beryllium-Nickel)	Injekta AG., Berlin	1062,5
2.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	1100
3.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	1000
4.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	1000
5.	Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	900
6.	Asept. Dent. Injekt. Kan.	Fritz Freienstein, Berlin	850
7.	Verb. Asept. Stahlkanüle	Fritz Freienstein, Berlin	850
8.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	812
9.	Acidex	Scheuer & Co., Berlin	760
10.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	725
11.	Contracid	Ernst Kratz, Frankfurt/M	690
12.	Neue verb. Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	645
13.	Efefbe-Nova	Fritz Freienstein, Berlin	587,5
14.	Esco	Scheuer & Co., Berlin	551

Während die bisher durchgeführten Versuche in erster Linie der Materialprüfung galten und für die Anforderungen bei der Handhabung der Anästhesie weniger in Betracht kommen, sollen die folgenden vorzüglich nach umgekehrtem Gesichtspunkt ausgewertet werden. In den Kanülen besitzen wir federnde Werkstücke, deren Elastizität und Biegfestigkeit weitgehend die Qualität bestimmen. Bedenken wir, daß wir nach dem Einstich unserer Hohlnadel dieser noch eine andere Richtung geben wollen, oder, daß der Patient infolge des Einstiches eine unvorhergesehene Bewegung ausführt — die Gefahr ist beispielsweise bei der Leitungsanästhesie im Unterkiefer, wo zur Beweglichkeit des Kopfes noch die Eigenbewegung des Kiefers dazu kommt, um so größer, so werden wir diese beiden Punkte entsprechend zu würdigen wissen.

Die Höhe der Elastizitätsgrenze wird nun so bestimmt, daß wir die Kraft feststellen, die nötig ist, um eine dauernde Formveränderung der Kanülen herbeizuführen.

Auf zwei spitz zulaufende Auflageschienen eines dazu hergestellten Biegeapparates wird eine Hohlnadel aufgelegt. In der Mitte der Nadel wird um diese ein dünner Draht geschlungen, an dem ein Gefäß zur Aufnahme von Schroten angehängt ist.



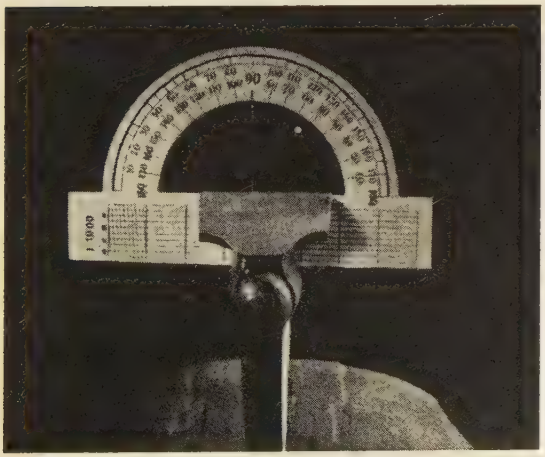


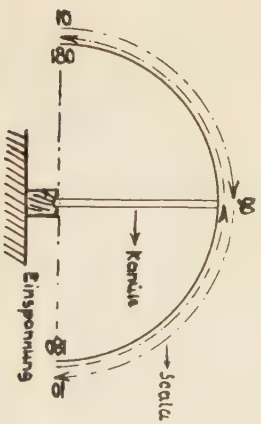
Gleichzeitig steht die Kanülenmitte mit einem im Gewicht ausgeglichenen Zeiger in Verbindung, der fünfmal auf eine Millimeter-Skala übersetzt ist. Die Belastung der Kanüle erfolgt durch Schrote so, daß der Zeiger auf der Skala immer um 1 mm weiter geht, was in Wirklichkeit nur $^1/_5$ mm Biegung entspricht. Nach jedem neu erfolgtem Zeigerausschlag von 1 mm wird die Belastung zurückgenommen und festgestellt, ob der Zeiger in seine Ausgangsstellung zurückkehrt, d. h. die Kanüle ihre ursprüngliche Form wieder annimmt. Tut sie das nicht mehr, so ist ihre Elastizitätsgrenze überschritten und das Gewicht der bis zu diesem Punkt benötigten Schrote ergibt dann die Kraft, die für die dauernde Formveränderung der Kanüle nötig ist. Sie ist für die einzelnen Nadelsorten aus der Tabelle 5 ersichtlich.

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteler	Gew. i. gr	Durchbiegerad.
1.	Verb. Asept. Stahlkan.	Fritz Freienstein, Berlin	393,7	4,5 mm
2.	Asept. Dent. Injekt. Kan. (Stahl)	Fritz Freienstein, Berlin	392,17	6,0 „

3.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Injekta AG., Berlin	277,5	4,41 ,,
4.	Acidex	Scheuer & Co., Berlin	271,25	3,35 ,,
5.	Efefbe-Nova	Fritz Freienstein, Berlin	255,5	4,5 ,,
6.	Berylco (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz, Frakfurt/M.	224,75	2,8 ,,
7.	Neue verb. Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	222,75	2,9 ,,
8.	Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	202,5	3,23 ,,
9.	Contracid	Ernst Kratz, Frankfurt/M	149,7	3,6 ,,
10.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	140,3	2,27 ,,
11.	Chroman (Chromnick.)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	122,83	2,38 ,,
12.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	119,5	2,35 ,,
13.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	115,83	2,6 ,,
14.	Esco	Scheuer & Co., Berlin	110,3	2,7 ,,

Weit wichtiger und ausschlaggebender als die Elastizität ist für die Bruchsicherheit der Kanülen die Biegezahl oder Ermüdungsgrenze, d. h. unsere Hohlnadeln sind um so wertvoller je öfter sie um einen bestimmten Winkel abgebogen werden können, ohne dabei zu brechen. In einer einfachen Versuchsanordnung, wie Bild 6 zeigt, wollen wir nun unsere Kanüle prüfen.



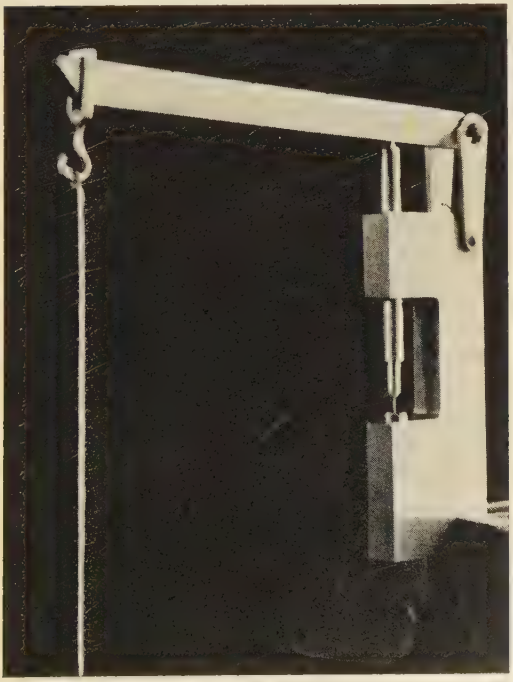


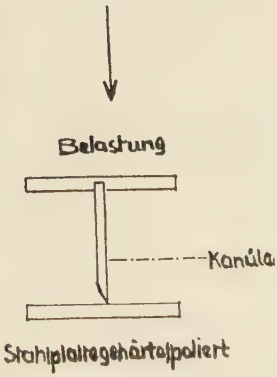
Es ist lediglich darauf zu achten, daß in die Hohlnadeln soweit Draht eingeführt wird, wie sie in den Feilkloben eingeklemmt werden müssen, damit sie durch das Einklemmen nicht verletzt werden. Dann wird der Versuch gemacht, sie in einen Winkel von 90 Grad abzubiegen, brechen sie dabei nicht werden sie in die Ausgangsstellung zurück gebracht, dann nach der anderen Seite hin gebogen, wenn noch möglich wieder zurück, solange bis der Bruch erfolgt. Wenn auch hierbei einzelne Hohlnadeln Werte ergeben, die sehr hoch erscheinen und in der Praxis eine derartige Abbiegung einer Nadel, selbst bei gröbstem Verreißen nicht vorkommt, so wäre es völlig verkehrt, wollten wir uns auf Grund von Laboratoriumsversuchen für die Praxis eine Nadel aussuchen, die den Anforderungen eben noch, oder etwas darüber hinaus entspricht, denn gerade hier muß mit großen Sicherheitswerten gearbeitet werden. Es gilt hier das gleiche Gesetz, das für den Ingenieur bei der Konstruktion einer Maschine rechtskräftig ist. Der Dampfkessel z. B. der auf einen Höchstdruck von 2 Atmosphären beansprucht wird, muß gesetzmäßig auf einen solchen von mindestens 12 geprüft sein, — d. h. auch hier gilt nicht die Höchstbeanspruchung, sondern diese, plus ein sechsfacher Sicherheitswert erscheinen erst für die Sicherheit des Nächsten ausreichend. Um so mehr muß es Gewissenspflicht des Arztes sein, nicht durch unzulängliches Material, den Zustand dessen, der bei ihm Heilung sucht, noch zu verschlechtern. Welche Materialien geeignet sind, den Bruch einer Kanüle infolge Überbiegens fast unmöglich zu machen, veranschaulichen nachstehende Werte.

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Min. Wert in Grad	Max. Wert in Grad
1.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz	210	320
2.	Neue Verb. Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein, Berlin	180	200
3.	Berylco (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	150	195
4.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	150	190
5.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co. Berlin	150	170
6.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co. Berlin	140	180
7.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Injekta A.G. Berlin	130	220
8.	Asept. Dent. Injekt. Kan.	Fritz Freienstein, Berlin	50	70

9. Efefbe—Nova	Fritz Freienstein, Berlin	40	130
10. Verb. Asept. Stahlkan.	Fritz Freienstein, Berlin	40	115
11. Esco	Scheuer & Co.	40	110
12. Contracid	Ernst Kratz	40	110
13. Acidex	Scheuer & Co.	40	50
14. Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz, Frankfurt/M.	20	40

Unzureichend wäre es, wollten wir nur unsere Hohlnadeln nach dem Gesichtspunkt größtmöglicher Bruchsicherheit auswählen und nicht auch der Güte und Haltbarkeit ihrer Spitzen Aufmerksamkeit schenken. Ich prüfte die Haltbarkeit dieser, indem ich eine Spitze auf eine besonders gehärtete und polierte Stahlplatte solange einer zunehmenden Belastung aussetzte, bis sich unter der Lupe eine Verletzung feststellen ließ.





Wenn nun die hier vorliegenden Ergebnisse nicht immer in solchem Maße zu Gunsten der bis jetzt wertvollsten Kanülen ausfielen, so müssen wir den Grund darin suchen, daß die Fabriken trotz der Angabe lange, mittlere und kurze Spitze, dieselben nicht gleichmäßig genormt herstellen.

Tabelle 7 — Spitzendruck

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Belastung in gr
1.	Berylco (Beryllium-Nickel)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	825
2.	Chroman (Chromnickel)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	775
3.	Beryllit (Beryllium-Nickel)	Injekta A.G. Berlin	775
4.	Esco	Scheuer & Co. Berlin	745
5.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	675
6.	Verb. Asept. Stahlkanüle	Fritz Freienstein Berlin	660
7.	Acidex	Scheuer & Co. Berlin	
8.	Niko-Dura (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co. Berlin	655
9.	Contracid	Ernst Kratz Frankfurt/M.	650
10.	Neue Verb. Asept. (Rein-Nickel)	Fritz Freienstein Berlin	625
11.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masary & Co Berlin	600
12.	Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	590
13.	Asept. Dent. Injekt. Kan.	Fritz Freienstein Berlin	475
14.	Efefbe—Nova	Fritz Freienstein Berlin	457

Ich untersuchte die Kanüle mit kurzer Spitze und mußte dabei feststellen, daß die Firmen E. Kratz, Frankfurt und Injekta Berlin — ihren Kanülenspitzen eine besondere grazile Form geben, was bestimmt für den Einstich vorteilhaft ist, aber in diesem Laboratoriums-

versuch zu geringeren Werten führen mußte, als diesen Nadeln im Vergleich zu anderen bis jetzt zukam. Trotzdem dürften auch diese Werte für die Praxis genügen. Jedoch ist diesen überaus feinen Nadelspitzen bei der Sterilisation besondere Aufmerksamkeit und Pflege zu widmen.

An dieser Stelle ist noch zur Behandlung der Kanülen und ihrer Lebensdauer zu erwähnen, daß man Hohlnadeln, wenn irgendwie möglich, nur ein- bis zweimal verwenden sollte. Auch fabrikneu sind sie vor dem ersten Gebrauch zu sterilisieren. Stahlkanülen zeigen in ihrem Inneren einen grauen Belag, der zum Ansatz von allen möglichen Unreinlichkeiten neigt. Das Sterilisieren der Hohlnadel sollte zuerst in einem Wasserbad ohne Sodazusatz bis zu 100 Grad erfolgen. (In sodahaltigem Wasser ausgekochte Spritzen und Nadeln, beeinträchtigen die Wirkung der Anästhesie weitgehendst oder heben sie überhaupt auf. Prof. Magnus, Chirurgische Klinik, München). Dann sind die Nadeln mit einem Alkohol-Äther-Gemisch durchzuspritzen und in einen Trockensterilisator zu bringen. (Vorsicht). Die von mir so gereinigten Kanülen, zeigten die gleichen Werte wie fabrikneue. Erst nach häufigerem Sterilisieren war ein Rostansatz vorzüglich am Konus festzustellen. Daß solche Nadeln sofort zu entfernen sind, ist selbstverständlich. Ausglühbare Nadeln dagegen verlieren sehr rasch an Elastizität und verfärben sich. Wahrscheinlich erhalten die Nadeln bei ihrer Herstellung infolge Kaltziehens in ihrer Struktur lange Kristallformen. Durch Glühen machen sie nun, wenn die Glühgrenze auch nur um weniges überschritten wird, eine Rekristallisation durch, wobei sich einige Kristalle auf Kosten ihrer Nachbarn vergrößern und somit das Werkstück andere Eigenschaften annimmt.

Die durchgeführten Versuche haben uns gezeigt, daß wir in den Materialien: Beryllium-Nickel, V_2A Kruppstahl, chrom-Nickel und Nickel verarbeitet von den Firmen: E. Kratz, Frankfurt/M., Injekta-Berlin, Fritz Freienstein-Berlin) Werkstoffe besitzen, die sich zur Herstellung von Nadeln eignen, die wir als bruchsicher bezeichnen können, daß sich aber auch noch eine Reihe von Kanülen auf dem Markt befinden, deren Güte nicht ausreicht, unvorhergesehenen Zwischenfällen wirksam zu begegnen und die uns auf keinen Fall die notwendigen Sicherheitswerte bieten. Wenn ich kurz auf die Wirtschaftlichkeit der Hohlnadeln eingehen darf, so veranschauliche uns die aus der Summe der Versuchsergebnisse zusammengefaßte Tabelle, unter besonderer Berücksichtigung des Versuchs 6, daß die als geeignetsten befundenen Hohlnadeln auch die wirtschaftlichsten sind. Ein Kanülenbruch dürfte bei Beachtung der hier ausgeführten Werkstückprüfung wohl kaum mehr vorkommen.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

Nr.	Bezeichnung der Hohlnadel	Hersteller	Preis pro 6 Stück
1.	Berylco (Bereyllium-Nickel)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	RM. 2.—
2.	Nirosta (V_2A Kruppstahl)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	RM. 1.50
3.	Berrylit	Injekta A.G. Berlin	RM. 2.—
4.	Chroman (Chrom-Nickel)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	RM. 1.40
5.	Neue Verb. Asept.	Fritz Freienstein, Berlin	RM. 2.—
6.	Asept. Dent. Kan.	Fritz Freienstein, Berlin	RM. 2.—
7.	Niko-Dura (Nickelkomp.) (Rein-Nickel)	E. Masarey & Co., Berlin	RM. 1.10
8.	Contracid	Ernst Kratz Frankfurt/M.	RM. 3.—
9.	Niko (Nickelkomp.)	E. Masarey & Co., Berlin	RM.—.60
10.	Verb. Asept. Stahlkan.	Fritz Freienstein, Berlin	RM.—.80
11.	Acidex	Scheuer & Co., Berlin	RM. 1.80
12.	Efefbe—Nova	Fritz Freienstein, Berlin	RM. 1.50
13.	Esco	Scheuer & Co., Berlin	RM. 1.10
14.	Stahl (Tiegelgußstahl)	Ernst Kratz Frankfurt/M.	RM.—.50

Mit Abschluß der Arbeit danke ich an dieser Stelle Herrn Prof. Dr. Dr. Kranz für die Überlassung derselben, sowie Herrn Professor v. Schwarz und Herrn Professor Huber der Technischen Hochschule München für die wertvollen Anregungen und Unterstützungen bei den Untersuchungen.

München, 20. November 1937.

Schrifttum.

Bade: Über einen Fall von Hemiplagie nach Verletzung der linken carotis interna, bei dem Versuch, eine bei einer Mandibular-Anästhesie abgebrochene Nadel zu entfernen. Deutsch. Monatsschrift für Zahnheilkunde 1911.

Blum: Fünfzig Fälle von Fremdkörpern in der Kieferregion. The dental Cosmos 1921.

Blum: a report one hundert cases of Lypodermie needles broken during the administration of oral local Anästesie. The dental Cosmos 1925/7.

Fischer: Örtliche Betäubung in der Zahnheilkunde. Berlin 1920.

Fischer: Die Gefahrenquelle auf dem Gebiete der Lokalanästesie. Schweizer Monatsschrift für Zahnheilkunde 1925/6.

Fischer: Lokalanästhesie in „Fortschritte der Zahnheilkunde" 1926/1928/1930.

Fielitz: Die Gefahr des Injektionskanülenbruches vom materialtechnischen Standpunkt. 1930.

Geisel: Folgeerscheinungen nach zahnärztlicher Leitungsanästhesie. Med. Dissertation 1926 Frankfurt.

Greve: Vergleichende experimentelle Untersuchungen mit verschiedenen der für die Leitungsanästhesie am Unterkiefer gebräuchlichen Kanülen. — Zahnärztliche Rundschau 1923, Nr. 27, 28, 29, 30.

Hönig: Über Nadelbruch bei Mandibular-Anästhesie. Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde 1931 Nr. 7.

Kapper: Die wissenschaftlichen Grundlagen der Mandibular-Anästhesie. — Zahnärztliche Rundschau 1927, Nr. 15.

Kantorowicz: Die Gefahren der lokalen Anästhesie und ihre Vermeidung. — Zahnärztliche Rundschau 1925, Nr. 26.

Lewitt: Broken needels in mandibular injektions. The Dental Cosmos 1929 Nr. 1.

Meyer: Die örtlichen Betäubungsmittel und ihre Anwendung. D.Z.W. 1935 Nr. 1.

Moral: Die Stammanästhesie im Ober- u. Unterkiefer. Berlin 1930.

Müller: Abbrechen von Injektionsnadeln bei zahnärztlichen Operationen. Med. Diss. Breslau 1926.

Neumann: Über das Abbrechen von Injektionsnadeln. Korrespondenzblatt für Zahnärzte. 1931, Nr. 1.

Nobbsä: Feststellung einer abgebrochenen Nadel im Gewebe. The dental Cosmos 1925, Nr. 7.

Port-Euler: Lehrbuch der Zahnheilkunde.

Reisky: Die Gefahren der Anästhesie in der Zahnheilkunde. Med. Dissertation 1920, Frankfurt/M.

Rothe: Über Bruch von Injektionsnadeln bei zahnärztlichen Arbeiten. — Med. Dissertation 1920, Berlin.

Ritter: Schwere Folgen des Abbrechens einer Injektionsnadel. Zahnärztliche Rundschau 1930, Nr. 46.

Stelzner: Über die amtliche Prüfung von Injektionsspritzen. Med. Klinik 1926, S. 1075.

Steinkamm: Läßt sich ein Bruch der Injektionsnadel vermeiden? D.Z.W. 1933, Nr. 22.

Peters: Zur Vermeidung der üblen Folgen beim Abbrechen einer Injektionsnadel. — Zahnärztliche Rundschau 1931.

Trebitsch: Die Anwendung der Mandibular-Anästhesie in der Zahnärztlichen Privatpraxis. — Zahnärztl. Rundschau 1931/8.

Williger: Zwei weitere Fälle von Abbruch einer Injektionsnadel. Korrespondenzblatt für Zahnärzte. 1916.

Witzel: Gebogene Kanülen zur Injektionsanästhesie. Zahnärztl. Rundschau 1925, Nr. 46.

Lebenslauf.

Ich, Georg Eberl, Sohn des Schneidermeisters Georg Eberl und seiner Ehefrau Käthe wurde am 7. 6. 1911 in Nürnberg geboren. Mit vollendetem 6. Lebensjahr trat ich in die Volkshauptschule ein. Nach 4-jährigem Besuch derselben erfolgte mein Übertritt in das Real-Reform-Gymnasium zu Nürnberg. Am 18. April 1933 absolvierte ich am alten Real-Gymnasium zu München. Hierauf widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde an der Universität München, wo ich nach 3 semestrigem Studium meine zahnärztliche Vorprüfung ablegte. Mit Abschluß dieser trat ich am 12. Oktober 1934 als Freiwilliger in die Reichswehr ein. — Nach Ablauf meiner Dienstverpflichtung am 12. Oktober 1935 setzte ich mein Studium fort, das ich nach weiteren 4 Semestern am 18. Mai 1937 mit Ablegung des zahnärztlichen Staatsexamens beendete.

Zur Zeit arbeite ich als Assistent an der konservierenden Abteilung des Zahnärztlichen Instituts der Universität München.